

EXPRESS MAIL CERTIFICATE

Date 3/5/02 Label No. EV 039138 55 205

I hereby certify that, on the date indicated above, this paper or fee was deposited with the U.S. Postal Service & that it was addressed for delivery to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, DC 20231 by "Express Mail Post Office to Addressee" service.

Name (Print) D B Peak

Signature [Signature]

PLEASE CHARGE ANY DEFICIENCY UP TO \$300.00 OR CREDIT ANY EXCESS IN THE FEES DUE WITH THIS DOCUMENT TO OUR DEPOSIT ACCOUNT NO. 04-0100

03/05/02
10/091711
JCB72 U.S. PTO

3/ Priority
8/ Priority
4/18/02

Customer No.:



07278

PATENT TRADEMARK OFFICE

Docket No.: 4970/OK363

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: Sadaaki MORI; Hideki JONOKUCHI; Hirohide INAYAMA;
Atsushi ISHIHARA

Serial No.: NOT YET ASSIGNED

Filed: CONCURRENTLY HEREWITH

For: ELECTRIC POWER STEERING APPARATUS

CLAIM FOR PRIORITY

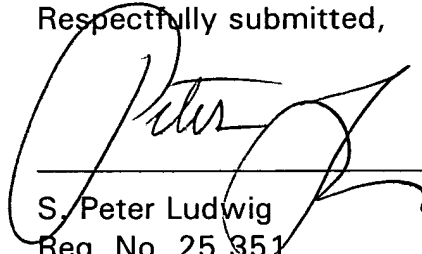
Hon. Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, DC 20231

Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. Section 119 based on Japanese application No. 2001-069117 filed March 12, 2001 and Japanese application No. 2001-318584 filed October 16, 2001.

A certified copy of the priority document is submitted herewith.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Peter Ludwig", is written over a horizontal line.

S. Peter Ludwig
Reg. No. 25,351
Attorney for Applicant(s)

Dated: March 5, 2002

DARBY & DARBY P.C.
805 Third Avenue
New York, New York 10022
212-527-7700

Docket No. 4970/OK363

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

1c872 U.S. PTO
10/091711
03/05/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-069117

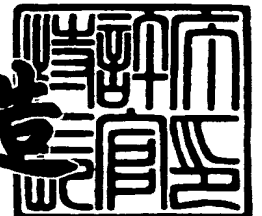
出 願 人
Applicant(s):

光洋精工株式会社

2001年12月28日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3111905

【書類名】 特許願

【整理番号】 102674

【提出日】 平成13年 3月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62D 5/04
H02K 1/27 501

【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

【請求項の数】 2

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内

 【氏名】 森 貞明

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内

 【氏名】 城ノ口 秀樹

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社内

 【氏名】 稲山 博英

【特許出願人】

 【識別番号】 000001247

 【氏名又は名称】 光洋精工株式会社

 【代表者】 井上 博司

【代理人】

 【識別番号】 100078868

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 河野 登夫

 【電話番号】 06(6944)4141

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001889

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810581

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 舵輪に加わる操舵トルクを検出するトルクセンサと、操舵補助用のモータとを備え、前記トルクセンサが検出した操舵トルクに基づき、前記モータを回転駆動する電動パワーステアリング装置において、

前記モータは、ロータコアに設けられた複数の空所に、永久磁石がそれぞれ埋め込まれた永久磁石埋込型ロータを備えるブラシレスモータであることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項 2】 前記ロータコアは、多数の電磁薄鋼板が回転軸の軸長方向に積層されて形成され、前記空所が前記永久磁石の形状に合わせて形成されている請求項 1 記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、舵輪に加わる操舵トルクを検出するトルクセンサと、操舵補助用のモータとを備え、トルクセンサが検出した操舵トルクに基づき、操舵補助用のモータを回転駆動する電動パワーステアリング装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

車両に装備される電動パワーステアリング装置は、車両の操舵力をモータにより補助するものであり、これは、舵輪が操舵軸を介して連結された舵取機構に、舵輪に加えられた操舵トルクを検出するトルクセンサと、舵取機構の動作を補助するモータとを設け、トルクセンサが検出した操舵トルクに応じてモータを駆動させることにより舵輪への操作力を軽減するように構成してある。

【0003】

電動パワーステアリング装置が備える操舵補助用のモータには、近年、ブラシレスモータを使用することが多くなっている。ブラシレスモータは、ロータに永久磁石を備え、ステータに回転磁界を発生させる波形形成回路を、ロータの回転

位置の検出信号に基づいて制御することにより、ロータを回転させるモータであり、ブラシが無いので機械的及び電氣的なノイズが発生しない。主な用途は、VTRのシリンダ、カセットデッキのキャプスタン、フレキシブルディスク駆動装置及びCDプレーヤ等であり、高い回転性能及び長寿命が要求されるモータとして多用されている。

【0004】

図7は、従来の電動パワーステアリング装置に使用されるSPM (Surface Permanent Magnet) モータであるブラシレスモータのロータの構成を示す横断面図である。このロータは、中央部にシャフト4が嵌挿され、多数の電磁薄鋼板が積層されて形成されているロータコア3の外周部に沿うように、また、隣り合う極性が異なるように、4個の永久磁石が貼り付けられている。4個の永久磁石の軸長方向のそれぞれの長さは、ロータコア3の積層方向の長さに略等しい。

永久磁石4が欠けたり割れたりした場合及び剥がれたりした場合に飛散すると、モータがロックする虞があり、飛散防止の為に、非磁性体である薄いステンレス鋼板製の円筒5 (キャン) が、ロータコア3の外周部及び永久磁石4を覆っている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

SPMモータであるブラシレスモータのモータトルク特性は、図8に示すように、高速回転領域で急激にトルク出力が低下する。その為、上述したように、電動パワーステアリング装置の操舵補助用モータに、SPMモータであるブラシレスモータを使用した場合、高速転舵時に十分な操舵補助力を得ることが出来ず、舵輪が重くなるという問題がある。

本発明は、上述したような事情に鑑みてなされたものであり、高速転舵時に十分な操舵補助力を得ることが出来る電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

第1発明に係る電動パワーステアリング装置は、舵輪に加わる操舵トルクを検

出するトルクセンサと、操舵補助用のモータとを備え、前記トルクセンサが検出した操舵トルクに基づき、前記モータを回転駆動する電動パワーステアリング装置において、前記モータは、ロータコアに設けられた複数の空所に、永久磁石がそれぞれ埋め込まれた永久磁石埋込型ロータを備えるブラシレスモータであることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

この電動パワーステアリング装置では、操舵補助用のモータを備え、トルクセンサが検出した操舵トルクに基づき、モータを回転駆動する。モータは、ロータコアに設けられた複数の空所に、複数の永久磁石がそれぞれ埋め込まれた永久磁石埋込型ロータを備えるブラシレスモータ（I P M (Interior Permanent Magnet) モータ）とすることで、従来の S P M モータでは出来ない弱め界磁制御が可能となり、緊急の高速転舵時に十分な操舵補助力を得ることが出来る。

【 0 0 0 8 】

また、保護材（キャン）を用いなくとも、永久磁石が飛散する虞がなく、高い信頼性を得ることが出来る。

また、ロータの磁氣的な突極性により発生するリラクタンストルクの利用が可能となり、永久磁石の使用量を削減出来るので、部品コストの低減を図ることが出来る。

【 0 0 0 9 】

第 2 発明に係る電動パワーステアリング装置は、前記ロータコアは、多数の電磁薄鋼板が回転軸の軸長方向に積層されて形成され、前記空所が前記永久磁石の形状に合わせて形成されていることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

この電動パワーステアリング装置では、モータのロータコアは、多数の電磁薄鋼板が回転軸の軸長方向に積層されて形成され、空所が永久磁石の形状に合わせて形成されているので、保護材（キャン）を用いなくとも、永久磁石が飛散する虞がなく、高い信頼性を得ることが出来る。

また、ロータの磁氣的な突極性により発生するリラクタンストルクの利用が可能となり、永久磁石の使用量を削減出来るので、部品コストの低減を図ることが

出来る。

【 0 0 1 1 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

以下に、本発明を、その実施の形態を示す図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の要部構成を示すブロック図である。この電動パワーステアリング装置は、操舵軸（図示せず）に加えられたトルクを検出するトルクセンサ 1 0 が検出し出力したトルク検出信号が、インターフェイス回路 1 1 を介してマイクロコンピュータ 1 2 へ与えられ、車速を検出する車速センサ 2 0 が検出し出力した車速信号が、インターフェイス回路 2 1 を介してマイクロコンピュータ 1 2 へ与えられる。

【 0 0 1 2 】

マイクロコンピュータ 1 2 から出力されるリレー制御信号がリレー駆動回路 1 5 へ入力され、リレー駆動回路 1 5 はリレー制御信号に従ってフェイルセーフリレー接点 1 5 a をオン又はオフさせる。

マイクロコンピュータ 1 2 は、トルク検出信号、車速信号及び後述するモータ電流信号に基づき、メモリ 1 8 内のトルク／電流テーブル 1 8 a を参照することにより、モータ電流指令値（PWM 指令値）を作成し、作成したモータ電流指令値はモータ駆動回路 1 3 へ与えられる。モータ駆動回路 1 3 は、フェイルセーフリレー接点 1 5 a を通じて、車載バッテリー P の電源電圧が印加され、与えられたモータ電流指令値に基づき、操舵補助用のモータであるブラシレスモータ 2 4 を回転駆動させる。

【 0 0 1 3 】

ブラシレスモータ 2 4 が回転する際、ロータ位置検出器 1 4 がそのロータ位置を検出し、モータ駆動回路 1 3 は、この検出したロータ位置信号に基づき、ブラシレスモータ 2 4 を回転制御する。

ブラシレスモータ 2 4 に流れるモータ電流は、モータ電流検出回路 1 7 により検出され、モータ電流信号としてマイクロコンピュータ 1 2 に与えられる。

【 0 0 1 4 】

図 2 は、ブラシレスモータ 2 4、モータ駆動回路 1 3 及びモータ電流検出回路

17の構成を示すブロック図である。ブラシレスモータ24は、コイルA、B、Cの各一方の端子がスター結線されたステータ24aと、コイルA、B、Cが発生させる回転磁界により回転するロータ24bと、このロータ24bの回転位置を検出するロータ位置検出器14（レゾルバ）とを備えている。

【0015】

モータ駆動回路13はスイッチング回路8を備え、スイッチング回路8は、正極側端子と接地端子との間に直列接続されたトランジスタQ1、Q2と、逆方向に直列接続されたダイオードD1、D2とが並列接続され、直列接続されたトランジスタQ3、Q4と、逆方向に直列接続されたダイオードD3、D4とが並列接続され、直列接続されたトランジスタQ5、Q6と、逆方向に直列接続されたダイオードD5、D6とが並列接続されている。

【0016】

トランジスタQ1、Q2の共通接続節点と、ダイオードD1、D2の共通接続節点とには、スター結線されたコイルAの他方の端子Uが接続され、トランジスタQ3、Q4の共通接続節点と、ダイオードD3、D4の共通接続節点とには、スター結線されたコイルBの他方の端子Vが接続され、トランジスタQ5、Q6の共通接続節点と、ダイオードD5、D6の共通接続節点とには、スター結線されたコイルCの他方の端子Wが接続されている。

【0017】

ロータ位置検出器14が検出した、ロータ24bの回転位置は、ゲート制御回路8aに通知される。ゲート制御回路8aには、マイクロコンピュータ12から回転方向及びモータ電流指令値（PWM指令値）が与えられる。ゲート制御回路8aは、回転方向の指示とロータ24bの回転位置とに応じて、トランジスタQ1～Q6の各ゲートをオン／オフし、例えば、U－V、U－W、V－W、V－U、W－U、W－V、U－Vのように、ロータ24bに流れる電流の経路を切り換え、回転磁界を発生させる。

【0018】

ロータ24bは、永久磁石を備えており、この回転磁界から回転力を受け回転する。ゲート制御回路8aは、また、モータ電流指令値に従って、トランジスタ

Q 1 ～ Q 6 のオン／オフをPWM (Pulse Width Modulation) 制御することにより、ブラシレスモータ 2 4 の回転トルクを増減制御する。

ダイオード D 1 ～ D 6 は、トランジスタ Q 1 ～ Q 6 のオン／オフにより発生するノイズを吸収する為のものである。

モータ電流検出回路 1 7 は、ブラシレスモータ 2 4 の各端子 U, V, W に流れる電流を検出して加算し、モータ電流信号としてマイクロコンピュータ 1 2 に与える。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、IPM (Internal Permanent Magnet) モータであるブラシレスモータ 2 4 のロータ 2 4 b の構成を示す横断面図である。このロータ 2 4 b は、中央部にシャフト 4 が嵌挿され、多数の電磁薄鋼板が積層されてロータコア 3 a が形成されている。ロータコア 3 a には、板状の永久磁石 1 a, 2 a を埋め込む為に、その形状に合わせた直方体形状の空所 6 が 4 個、シャフト 4 を囲むように設けられ、各空所 6 には、極性が異なる永久磁石 1 a, 2 a が隣り合うように埋め込まれている。4 個の板状の永久磁石の軸長方向のそれぞれの長さは、ロータコア 3 a の積層方向の長さに略等しい。

尚、永久磁石の形状は、平板に限らず、円弧形状でも良い。また、極数も 4 個に限らず、6 個、8 個、1 2 個等の偶数であれば良い。

【 0 0 2 0 】

このようなロータ 2 4 b を備える IPM モータであるブラシレスモータ 2 4 のモータトルク特性は、図 4 に示すように、高速回転領域でもトルク出力が低下しない弱め界磁制御が可能であるので、本発明に係る電動パワーステアリング装置では、高速転舵時に十分な操舵補助力を得ることが出来る。

【 0 0 2 1 】

図 5 は、本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の要部構成を示す縦断面図である。この電動パワーステアリング装置は、上端部にステアリングホイール 3 1 (舵輪) が取付けられる上部軸 3 2 を備え、上部軸 3 2 の下端部には、第 1 ダウエルピン 3 3 を介して筒状の入力軸 3 4 及びこれの内側に挿入される連結軸 3 5 (トーションバー) の上端部が連結されている。連結軸 3 5 の下

端部には、第2ダウエルピン36を介して筒状の出力軸37が連結されており、上部軸32、入力軸34及び出力軸37が軸受38、39、40を介してハウジング41内にそれぞれ回転が可能に支持されている。

【0022】

このハウジング41内には、前記連結軸35を介して連結される入力軸34及び出力軸37の相対変位量により操舵トルクを検出するトルクセンサ10と、トルクセンサ10の検出結果に基づいて駆動される操舵補助用のブラシレスモータ24の回転を減速して、前記出力軸37に伝達する減速機構43とを備え、ステアリングホイール31の回転に応じた舵取機構の動作を前記ブラシレスモータ24の回転により補助し、舵取の為の運転者の労力負担を軽減するように構成されている。出力軸37の下端部は、ユニバーサルジョイントを介してラックピニオン式の舵取機構に連結されている。

【0023】

トルクセンサ10は、前記入力軸34の周面10aに沿わせて、軸長方向に傾斜を有する磁性材からなる複数の突起物10c（突起）を設けてあり、入力軸34が回転したときに、入力軸34の軸方向に移動する磁性材からなる突起物10cの位置を検出する為に、MRセンサ46a（磁気抵抗効果素子、第1磁気センサ）が入力軸34と適当な隙間を空けて平行に設けられ、MRセンサ46aと入力軸34の周方向に180°相違すべき位置に、MRセンサ46b（第2磁気センサ）が入力軸34と適当な隙間を空けて平行に設けられ、それぞれ車体の動かない部位に固定されている。

【0024】

出力軸37は、入力軸34と同様に、出力軸37の周面10bに沿わせて、軸長方向に傾斜を有する磁性材からなる複数の突起物10d（突起）を設けてある。また、出力軸37が回転したときに、出力軸37の軸方向に移動する磁性材からなる突起物10dの位置を検出する為に、MRセンサ47a（磁気抵抗効果素子、第1磁気センサ）が出力軸37と適当な隙間を空けて平行に設けられ、MRセンサ47aと出力軸37の周方向に180°相違すべき位置に、MRセンサ47b（第2磁気センサ）が出力軸37と適当な隙間を空けて平行に設けられ、そ

れぞれ車体の動かない部位に固定されている。

【0025】

以下に、このような構成の電動パワーステアリング装置の動作を、それを示す図6のフローチャートを参照しながら説明する。

マイクロコンピュータ12は、操舵補助動作において、先ず、トルクセンサ10が検出したトルク検出信号をインターフェイス回路11を介して読み込み（S2）、次に、車速センサ20が検出した車速信号をインターフェイス回路21を介して読み込む（S4）。

マイクロコンピュータ12は、読み込んだ（S4）車速信号及び読み込んだ（S2）トルク検出信号から、トルク／電流テーブル18aを参照して、目標モータ電流を決定する（S6）。

【0026】

次いで、マイクロコンピュータ12は、モータ電流検出回路17からモータ電流信号を読み込み（S8）、決定した（S6）目標モータ電流と読み込んだ（S8）モータ電流信号との差を演算し（S10）、演算した差に基づき、ブラシレスモータ24に目標モータ電流を流すべく、モータ電流指令値を決定する（S12）。

【0027】

次に、マイクロコンピュータ12は、決定した（S12）モータ電流指令値に応じたPWM指令値及び回転方向を決定し（S14）、決定したPWM指令値及び回転方向の指示信号をモータ駆動回路13へ与え（S16）、リターンして他の処理へ移る。

モータ駆動回路13は、与えられたPWM指令値及び回転方向の指示信号に基づき、ブラシレスモータ24を回転駆動させる。

【0028】

【発明の効果】

第1、2発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、高速転舵時に十分な操舵補助力を得ることが出来る。また、保護材（キャン）を用いなくとも、永久磁石が飛散する虞がなく、高い信頼性を得ることが出来る。また、ロータの磁

氣的な突極性により発生するリラクタンストルクの利用が可能となり、永久磁石の使用量を削減出来るので、部品コストの低減を図ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の要部構成を示すブロック図である。

【図 2】

ブラシレスモータ、モータ駆動回路及びモータ電流検出回路の構成を示すブロック図である。

【図 3】

I P Mモータであるブラシレスモータのロータの構成を示す横断面図である。

【図 4】

I P Mモータであるブラシレスモータのモータトルク特性を示す特性図である。

【図 5】

本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態の要部構成を示す縦断面図である。

【図 6】

本発明に係る電動パワーステアリング装置の動作を示すフローチャートである。

【図 7】

S P Mモータであるブラシレスモータのロータの構成を示す横断面図である。

【図 8】

S P Mモータのモータトルク特性を示す特性図である。

【符号の説明】

1 a, 2 a 永久磁石

3 a ロータコア

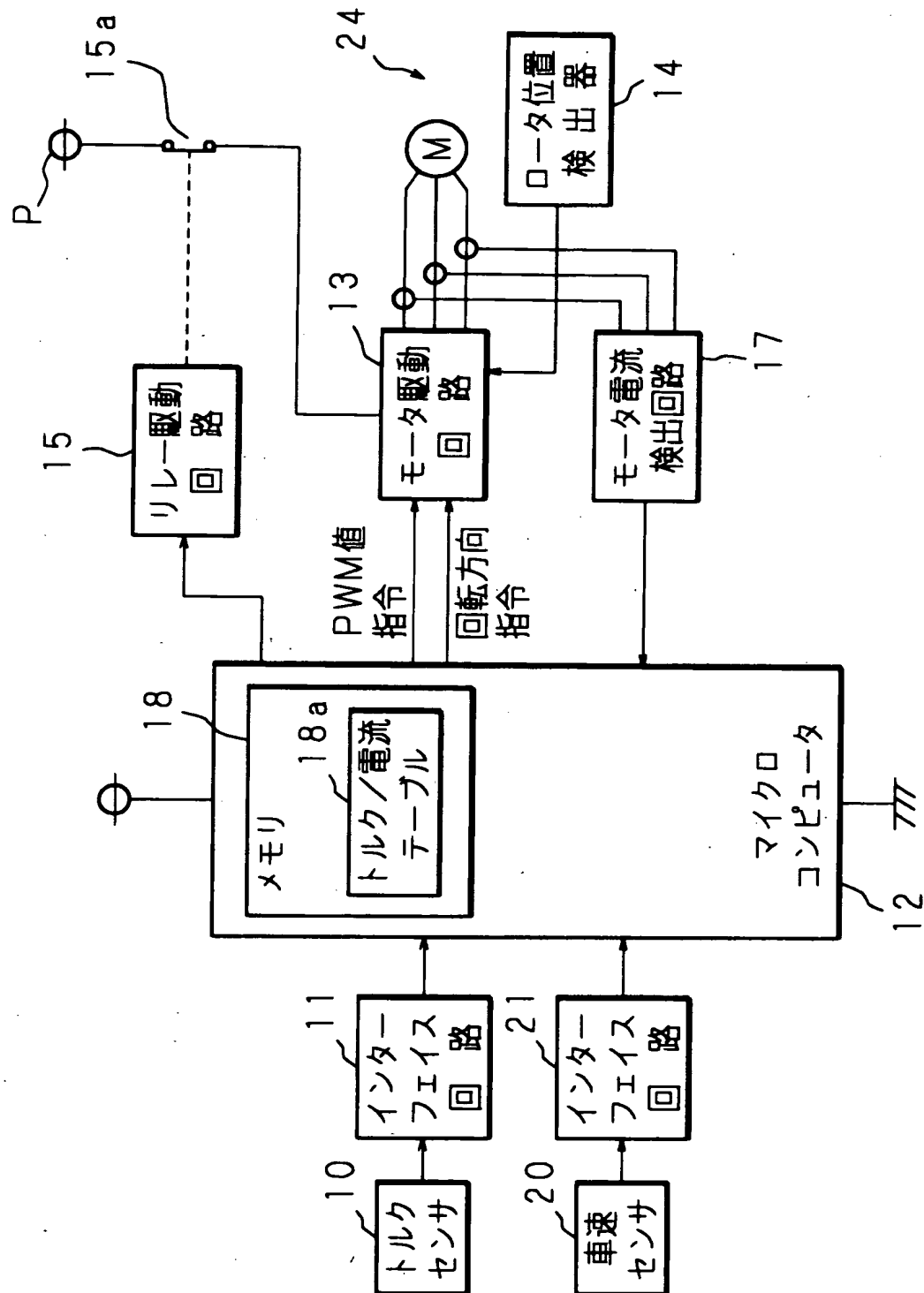
4 シャフト

6 空所

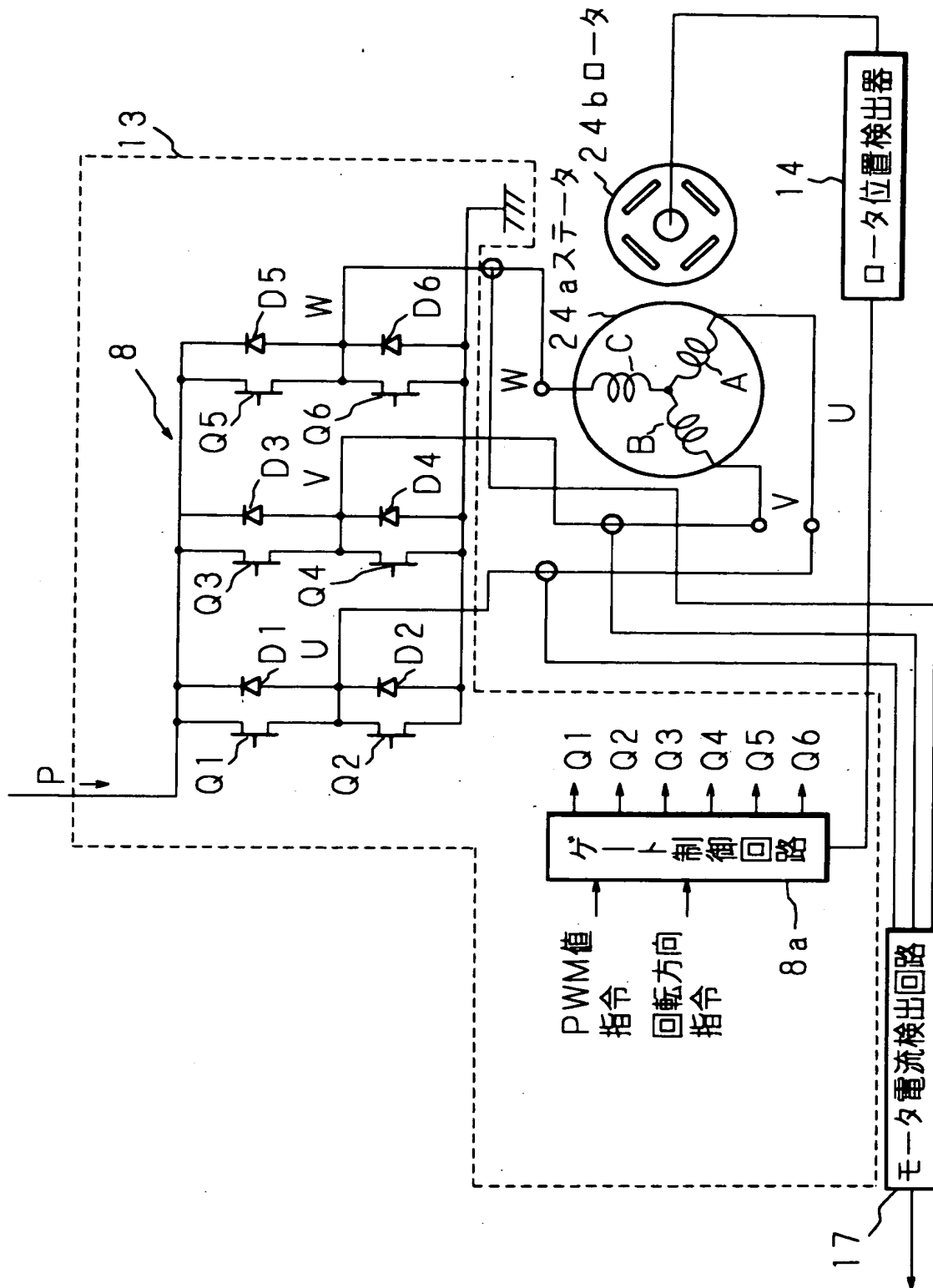
- 8 スイッチング回路
- 8 a ゲート制御回路
- 1 0 トルクセンサ
- 1 2 マイクロコンピュータ
- 1 3 モータ駆動回路
- 1 7 モータ電流検出回路
- 1 8 a トルク／電流テーブル
- 2 4 ブラシレスモータ（モータ）
- 2 4 a ステータ
- 2 4 b ロータ
- 3 1 ステアリングホイール（舵輪）
- P 車載バッテリー

【書類名】 図面

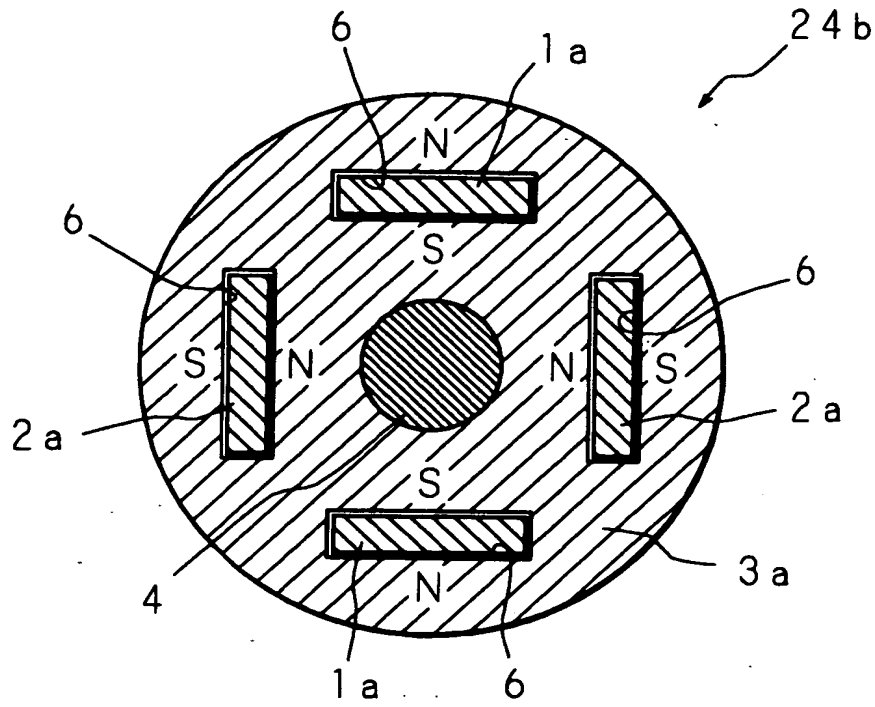
【図 1】



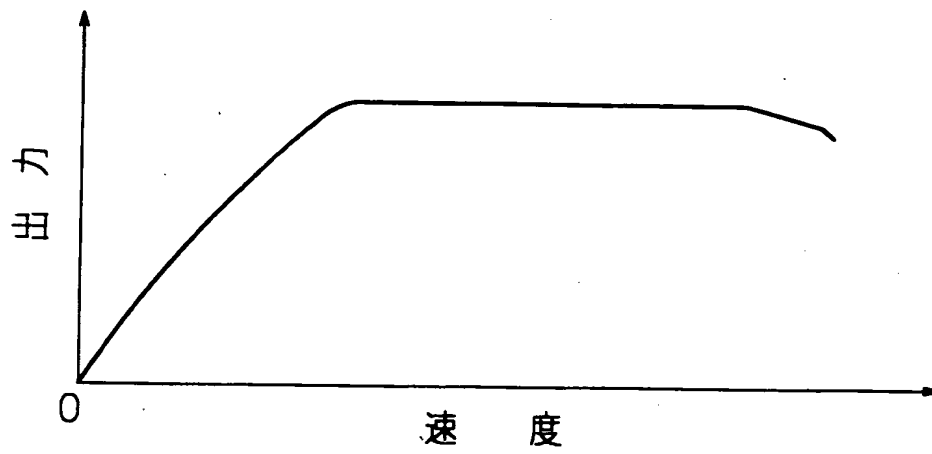
【図2】



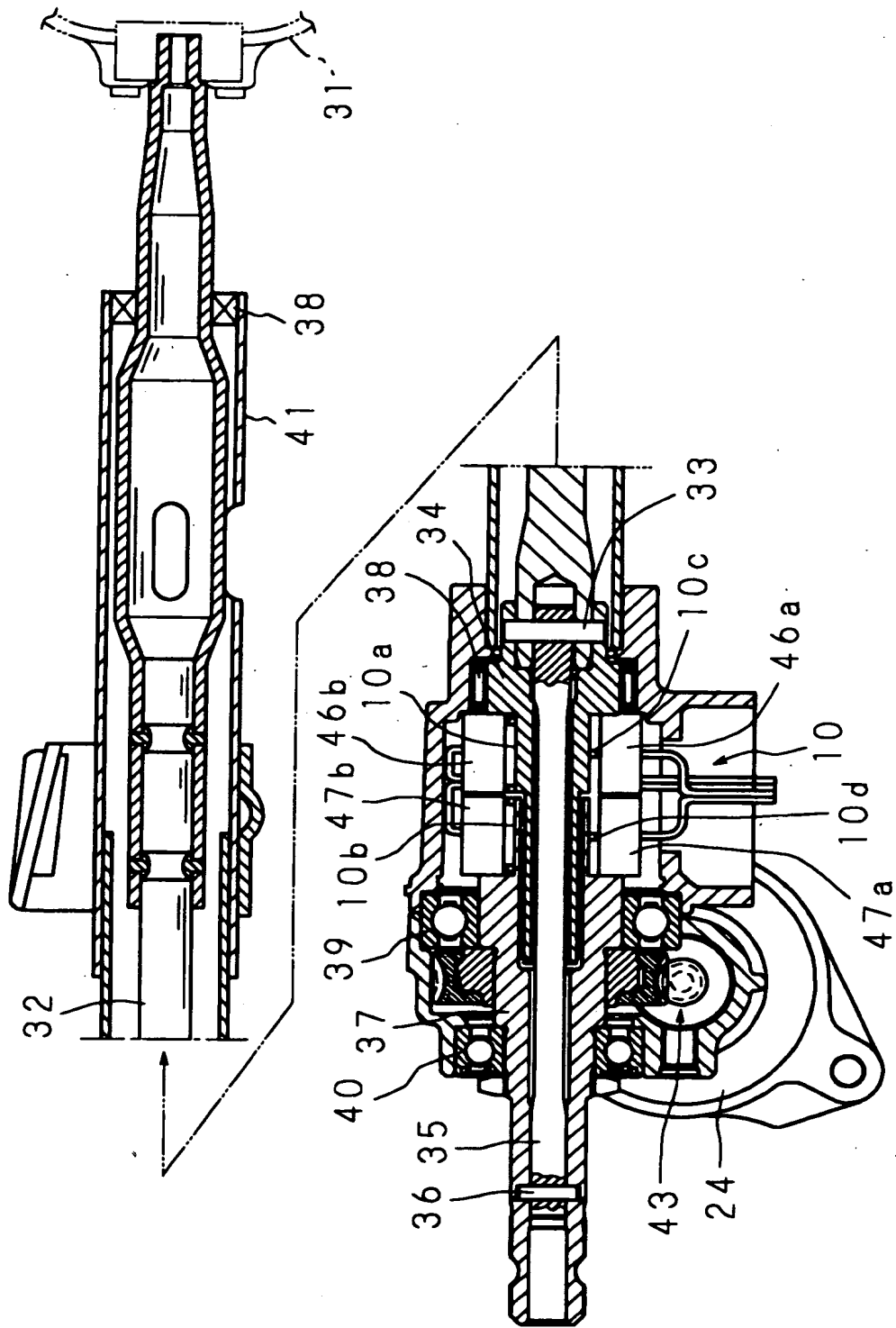
【図3】



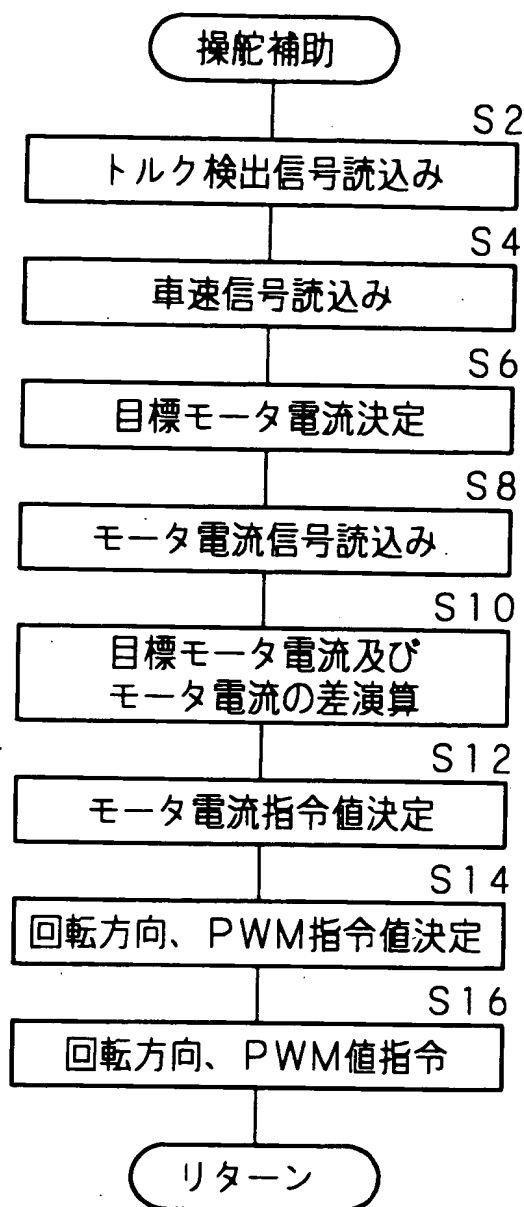
【図4】



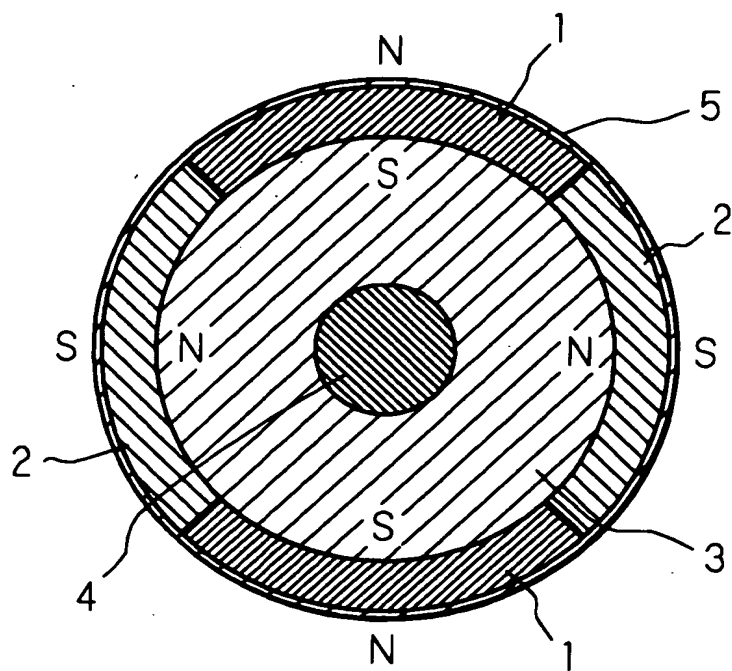
【図5】



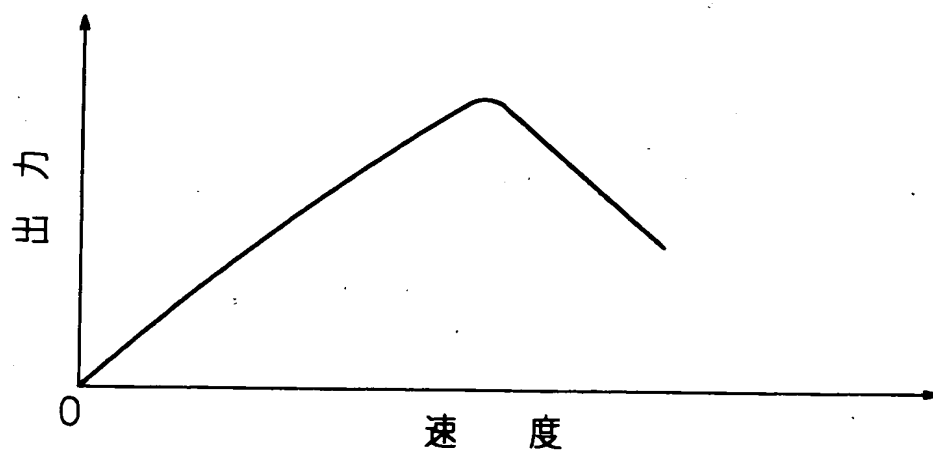
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高速転舵時に十分な操舵補助力を得ることが出来る電動パワーステアリング装置の提供。

【解決手段】 舵輪（図示せず）に加わる操舵トルクを検出するトルクセンサ 1 0 と、操舵補助用のモータ 2 4 とを備え、トルクセンサ 1 0 が検出した操舵トルクに基づき、モータ 2 4 を回転駆動する電動パワーステアリング装置。モータ 2 4 は、ロータコアに設けられた複数の空所に、複数の永久磁石がそれぞれ埋め込まれた永久磁石埋込型ロータを備えるブラシレスモータである構成である。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001247]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

氏 名 光洋精工株式会社